Schlumberger
WATER SERVICES

Mini-Diver
Micro-Diver
Cera-Diver
Baro-Diver
CTD-Diver

Diver® durch Schlumberger Water Services

Produkthandbuch

Schlumberger Water Services

Delftechpark 20

PO Box 553

2600 AN Delft

Niederlande

Tel: +31 (0)15 – 275 5000

www.swstechnology.com

Version Juni 2010

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung seitens Schlumberger Water Services Netherlands B.V. weder als Ganzes noch in Teilen vervielfältigt, als elektronische Datei gespeichert oder in irgendeiner Form, sei es elektronisch, mechanisch, fotokopiert oder elektronisch gespeichert oder auf irgendeine andere Weise veröffentlich werden.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 1

Über dieses Handbuch 1
Arbeitsweise 1
Messung der Wasserstände 2
Temperaturmessung 4
Diver-Modelle 5
Software 6

Technische Daten 9

Allgemein 9
Kalibrierungsverfahren 9
Herstellerzertifikat 10
Spezifikationen 10
Baro-Diver, Mini-Diver, Micro-Diver und Cera-Diver 11
CTD-Diver 12
Allgemein 13
Temperatur 13
Druck 14

Installation und Wartung des Divers 18

Einleitung 18
Installation in einer Grundwassermessstelle 18
Installation in Oberflächengewässern 21
Die Verwendung von Divern bei Geländeerhebungen 22
Baro-Diver 22
Einsatz in Meerwasser 22
Diver Wartung 22

CTD-Diver 23

Leitfähigkeitsmessung 23
Kalibrierung des CTD-Divers 24
Feldkalibrierung 25
Wichtig: 26

Anhang I - Einsatz von Divern bei Geländeerhebungen 32

Index 34

Einleitung

Über dieses Handbuch

Dieses Handbuch enthält Informationen zu den Divern® von Schlumberger Water Services. Es enthält eine Beschreibung des Mini-Divers (DI5xx), Micro-Divers (DI6xx), Cera-Divers (DI7xx), Baro-Divers (DI500) und des CTD-Divers (DI27x). Die Zahl in Klammern bezeichnet das Diver-Modell.

Dieser Abschnitt enthält eine kurze Beschreibung des Messprinzips des Divers, eines Geräts, das zur Messung von Grundwasserspiegeln und Temperaturen konzipiert wurde. Sie erhalten ebenfalls eine kurze Beschreibung der Software, die Sie mit dem Diver verwenden können. Im folgenden Abschnitt werden die technischen Spezifikationen für die einzelnen Divertypen beschrieben. In Abschnitt 3 wird die Installation der Diver in Grundwassermessstellen und Oberflächengewässern erklärt. Anschließend erhalten Sie eine Beschreibung der Wartung Ihres Divers. In Abschnitt 4 werden Leitfähigkeitsmessungen mit dem CTD-Diver und die Kalibrierung der Leitfähigkeit beschrieben. Im letzten Abschnitt erhalten Sie Antworten auf häufig gestellte Fragen (FAQ).

Arbeitsweise

Der Diver ist ein zur Messung von Wasserständen konzipierter Datenlogger. Die Messungen werden im internen Speicher des Divers gespeichert. Der Diver besteht aus einem Drucksensor zur Messung des Wasserdrucks, einem Temperatursensor, Mikrochip zum Speichern der Messungen und einer Batterie. Der Diver ist ein unabhängiger Datenlogger, der vom Anwender programmiert werden kann.

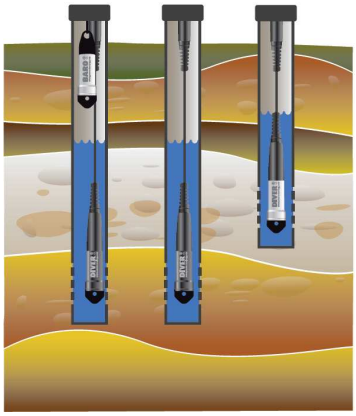


Abbildung 1

Messung der Wasserstände

Alle Diver bestimmen die Höhe der Wassersäule durch Messung des Wasserdrucks mit dem eingebauten Drucksensor. Solange der Diver nicht in Wasser getaucht wird, misst er den Atmosphärendruck wie ein Barometer. Sobald der Diver eingetaucht wird, wird dies durch den Wasserdruck ersetzt: Je höher die Wassersäule, umso höher ist der gemessene Wasserdruck. Die Höhe der Wassersäule über dem Drucksensor des Divers wird anhand des gemessenen Drucks bestimmt.

Um diese Abweichungen im Atmosphärendruck zu messen, wird an jedem zu messenden Standort ein Baro-Diver installiert. Die barometrische Kompensation für diese Abweichungen im Atmosphärendruck erfolgt durch den Einsatz des SWS Diver-Office-Softwarepakets.

Die kompensierten Werte können auf einen Referenzpunkt wie die Spitze einer Grundwassermessstelle oder ein vertikales Referenzdatum, wie beispielsweise das Normalnull bezogen werden.

Theorie

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie der Wasserstand in Bezug zu einem vertikalen Referenzdatum mithilfe von Diver- und Baro-Diver-Messungen berechnet werden kann.

Nachstehende Abbildung zeigt ein typisches Beispiel für eine Grundwassermessstelle, in der ein Diver installiert wurde. In diesem Fall ist der Wasserstand (WSt) in Bezug auf das vertikale Referenzdatum interessant. Wenn der Wasserstand über dem vertikalen Referenzdatum liegt, ist der Wert positiv, liegt er unter dem Referenzdatum, wird ein negativer Wert ausgegeben.

Die Oberkante der Rohrtour wird in Bezug auf das vertikale Referenzdatum gemessen und im folgenden Diagramm als OR in cm wiedergegeben. Der Diver hängt an einem Kabel, dessen Länge KL cm entspricht.

Der Baro-Diver misst den Atmosphärendruck (p_{baro}) und der Diver misst den durch die Wassersäule verursachten Druck (WSa) sowie den Atmosphärendruck (p_{Diver}).

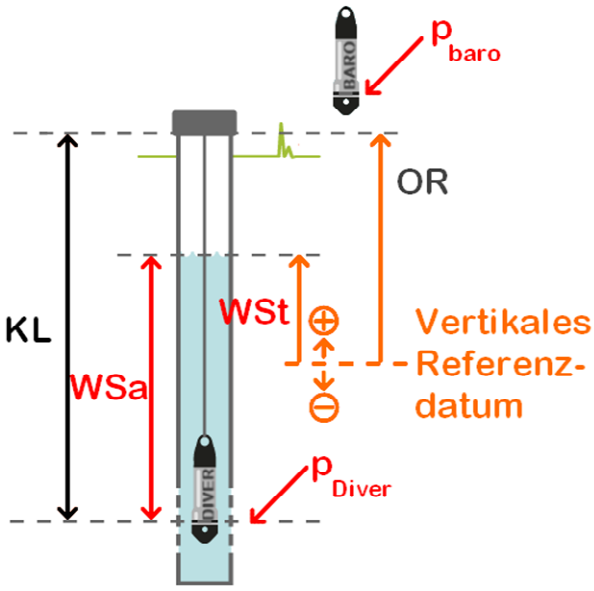


Abbildung 2

Die Wassersäule (WSa) über dem Diver kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$WSa = 9806.65 \frac{p_{Diver} - p_{baro}}{\rho \cdot g} \quad (1)$$

wenn p der Druck in cmH_2O ist, ist g die Beschleunigung durch die Gravitation (9,81 m/s^2) und ñ die Wasserdichte (1.000 kg/m^3).

Der Wasserstand (WSt) in Bezug auf das vertikale Referenzdatum kann wie folgt berechnet werden:

$$WSt = OR - KL + WSa \quad (2)$$

Wird WSa aus Gleichung (1) in Gleichung (2) ersetzt, erhält man:

$$WSt = OR - KL + 9806.65 \frac{p_{Diver} - p_{baro}}{\rho \cdot g} \quad (3)$$

Wenn die Länge des Kabels nicht genau bekannt ist, kann sie durch eine manuelle Messung ermittelt werden. Wie aus Abbildung 3 klar ersichtlich, wird die manuelle Messung (MM) von der Oberkante der Rohrtour bis zum Wasserstand vorgenommen. Der Wert des Wasserstands ist positiv, es sei denn, dass der Wasserspiegel ausnahmsweise über die Oberkante der Rohrtour liegt.

Die Kabellänge kann jetzt wie folgt berechnet werden:

$$KL = MM + WSa \quad (4)$$

wobei die Wassersäule (WSa) auf der Basis der mit dem Diver und dem Baro-Diver vorgenommenen Messungen berechnet wird.

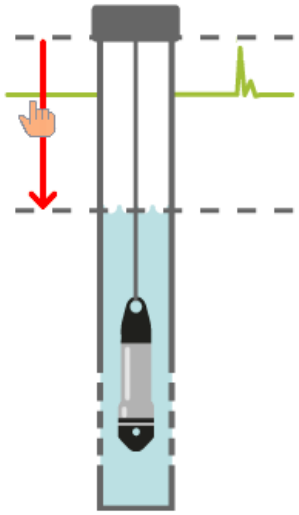


Abbildung 3

Anmerkungen:

- Wenn der mit dem Diver und Baro-Diver gemessene Druck zu verschiedenen Zeitpunkten ermittelt wurde, muss interpoliert werden. Die Interpolation wird von der Software automatisch durchgeführt.
- Es ist möglich, manuelle Messungen in die Software einzugeben. Anschließend kalkuliert die Software die Kabellänge automatisch.

Beispiel:

Die Oberkante der Rohrtour wurde 150 cm über Normalnull (NN) gemessen: OR = 150 cm. Die Kabellänge ist nicht genau bekannt und wird daher manuell gemessen. Die Messung ergibt 120 cm: MM = 120 cm.

Der Diver misst einen Druck von 1.170 cmH_2O und der Baro-Diver ermittelt einen Druck von 1.030 cmH_2O. Werden diese Werte in Gleichung (1) eingesetzt, ergibt sich eine Wassersäule über dem Diver von 140 cm: WSa = 140 cm.

Werden die Werte für die manuelle Messung und die Wassersäule in Gleichung (4) eingesetzt, ergibt sich folgende Kabellänge: KL = 120 + 140 = 260 cm.

Der Wasserstand in Bezug zu NN kann jetzt mit Gleichung (2) exakt berechnet werden: WSt = 150 – 260 + 140 = 30 cm über NN.

Temperaturmessung

Alle Diver messen die Temperatur des Grundwassers. Damit können beispielsweise Informationen zu Grundwasserströmungen gesammelt

werden. Die Diffusion (verschmutzten) Wassers kann hierdurch ebenfalls bestimmt werden.

Die Temperatur wird mit einem Halbleitersensor gemessen. Dieser Sensor misst nicht nur die Temperatur, sondern verwendet den Temperaturwert gleichzeitig zur Abgleichung des Drucksensors und der Elektronik (einschließlich der Quarzuhr) mit der Temperaturwirkung.

Diver-Modelle

Es stehen verschiedene Diver-Modelle zur Verfügung. Alle Diver messen den Absolutdruck und die Temperatur. Der Absolutdruck ist der Druck der Wassersäule über dem Diver plus Atmosphärendruck. Daher erfordert die Messung des Atmosphärendrucks die Bestimmung des Wasserstands. Die folgende Zusammenfassung beschreibt die verschiedenen Diver-Modelle.

- Mini-Diver. Der Basis-Diver, mit einem Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl (316 L) und 22 mm Durchmesser. Der Mini-Diver kann bis zu 24.000 Messungen (Druck und Temperatur) speichern.
- Micro-Diver. Mit 18 mm Durchmesser der kleinste Diver, ebenfalls mit einem Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl (316 L) ausgestattet. Der Micro-Diver kann bis zu 48.000 Messungen speichern. Dieser Diver ist für Röhre mit mindestens 20 mm Durchmesser geeignet.
- Cera-Diver. Dieser Diver wird mit einem Keramikgehäuse und 22 mm Durchmesser geliefert. Er ist für den Einsatz in semi-salinen Gewässern und Seewasser oder anderen aggressiven Umgebungen geeignet. Der Cera-Diver kann bis zu 48.000 Messungen speichern.
- CTD-Diver. Zusätzlich zu Druck- und Temperaturmessungen misst dieser Diver die Leitfähigkeit des Wassers. Das Keramikgehäuse mit 22 mm Durchmesser ist für Salzwasser geeignet. Der CTD-Diver kann bis zu 48.000 Messungen speichern.
- Baro-Diver. Dieser Diver misst den Atmosphärendruck und wird zur Kompensation der von anderen Divern gemessenen Abweichungen im Atmosphärendruck eingesetzt. Das Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl (316 L) hat einen 22 mm Durchmesser.

Der Micro-Diver, Cera-Diver und der CTD-Diver bieten eine größere Funktionsvielfalt als der Mini-Diver und der Baro-Diver. Die beiden letztgenannten Diver bieten lediglich eine feste Messoption. Das heißt, der Diver nimmt Messungen in einem vom Anwender festgesetzten Intervall vor.

Die anderen Diver bieten folgende Messoptionen:

- Vorprogrammierte Pumpversuche oder vom Anwender definierte Pumpversuche.
- Gemittelte Werte über einen festgelegten Zeitraum.
- Die ereignisbasierte Option. In diesem Fall speichert der Diver die Messungen nur, wenn die für die Messung des Drucks oder der Leitfähigkeit (CTD-Diver) gesetzte Grenze für die prozentuale Abweichung überschritten wird. Diese prozentuale Abweichung kann vom Anwender festgelegt werden.

Beim Einsatz in Oberflächenwasser ist es möglich, die Werte über einen bestimmten Zeitraum zu mitteln. Die Durchschnittswerte werden dann gespeichert. Die Auswirkungen der Wellen können so ‚geglättet' werden.

Software

Diver-Office

Das Diver-Office-Softwarepaket kann mit allen in diesem Handbuch beschriebenen Divertypen verwendet werden. Die neueste Diver-Office-Version kann jederzeit von der Seite www.swstechnology.com heruntergeladen werden.

Diver-Office arbeitet unter allen aktuellen Microsoft Windows-Versionen und kann leicht auf einem Laptop oder PC installiert werden.

Wenn neue Microsoft Windows-Versionen auf den Markt kommen, finden Sie auf www.swstechnology.com weitere Informationen zu unterstützten Windows-Versionen usw. Auf dieser Seite steht immer die neueste Diver-Office-Version als kostenloser Download/Upgrade zur Verfügung.

Über Diver-Office kann mit den Divern kommuniziert und/oder können die Diver ein- bzw. ausgeschaltet werden. Die von den Divern aufgezeichneten Messdaten können jederzeit ausgelesen werden. Sie können die Messdaten überprüfen, Abweichungen in den Atmosphärendrücken ausgleichen, die Daten drucken oder sie in verschiedene Dateiformate zur Weiterbearbeitung mit anderer Software exportieren. Alle Werte und Einstellungen werden in einer Datenbank gespeichert. Die Rohdaten des Divers werden ebenfalls als Datei gespeichert.

Weitere Einzelheiten zur Verwendung des Diver-Office finden Sie im Benutzerhandbuch zur Software.

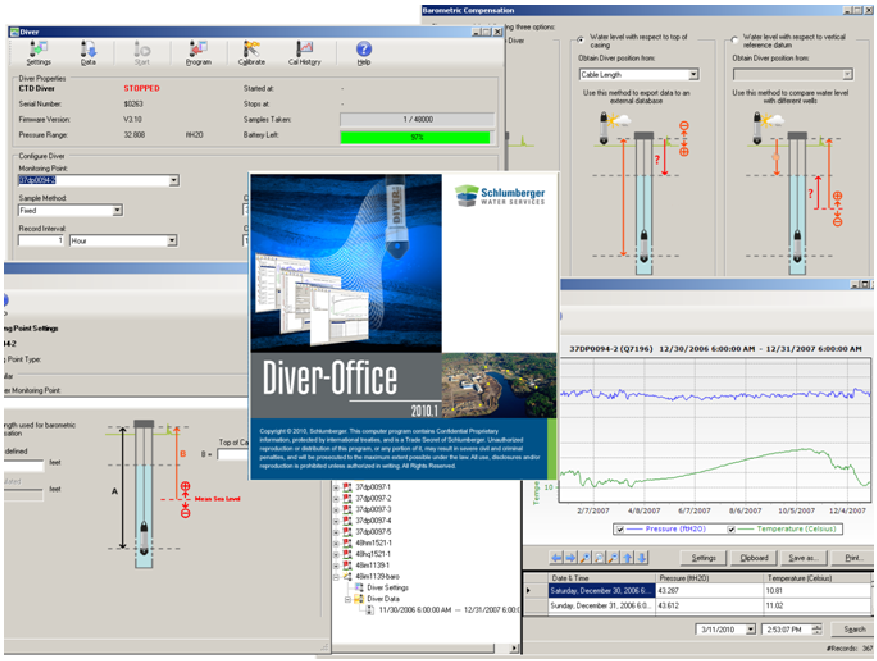


Abbildung 5

Diver-Pocket

Diver-Pocket wurde speziell für den Einsatz im Feld konzipiert. Diver-Pocket ist eine Softwareapplikation zum Einsatz auf Pocket-PCs.

Diver-Pocket steht in zwei Versionen zur Verfügung:

- Diver-Pocket-Reader, mit dem die Diver ausschließlich ausgelesen werden können. In dieser Version können die Einstellungen in keiner Weise, auch nicht unbeabsichtigt, geändert werden. Die Diver können mit dieser Version auch nicht gestartet/gestoppt werden. Mit dem Reader können nur die Daten der Diver ausgelesen werden.
- Diver-Pocket-Manager ist die Version, mit der nicht nur die Daten ausgelesen werden können, sondern auch die Diver gestartet/gestoppt und programmiert werden können.

Die mit Diver-Pocket ausgelesenen Dateien können anschließend auf einen PC geladen werden. Dies ist jedoch nicht unbedingt notwendig um die Diver-Pocket-Daten in Diver-Office zu importieren. Diver-Office verfügt über eine Funktion, mit der diese Dateien auf einem verbundenen Pocket-PC garantiert lokalisiert werden können. Der Import ist schnell und fehlerfrei.

Weitere Einzelheiten zur Arbeit mit Diver-Pocket finden Sie im Benutzerhandbuch zur Software.

Abbildung 6

Technische Daten

Allgemein

Der Diver ist ein Datenlogger in einem zylindrischen Gehäuse und einer Aufhängeöse an der Oberseite. Die Aufhängeöse kann abgeschraubt werden. Sie ist für die Installation des Divers in einer Grundwassermessstelle konzipiert und schützt den optischen Verbinder. Die Elektronik, Sensoren und die Batterie sind wartungsfrei im Gehäuse installiert. Der Diver darf nicht geöffnet werden. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an Ihren Lieferanten.

Die Bezeichnung des Datenloggers, die Modellnummer, der Messbereich und die Seriennummer (SN) sind klar auf der Seite des Divers angebracht. Diese Daten werden mit einem Laser eingebrannt, sie sind daher chemisch neutral und nicht löschbar.

Beispiele:

Kalibrierungsverfahren

Der Diver wird vor Auslieferung nach einem vordefinierten Verfahren fein eingestellt und getestet. Der wichtigste Test ist die Kalibrierung (Überprüfung der Messungen anhand eines höheren Standards).

Der Diver misst den Druck und ist üblicherweise in Zentimeter Wassersäule (cmH_2O) kalibriert. Das Verhältnis von Druck in cmH_2O zu Druck in Millibar wird wie folgt definiert:

$$1 \text{ mbar} = 1{,}01972 \text{ } cmH_2O \text{ oder } 1 \text{ } cmH_2O = 0{,}980665 \text{ mbar}$$

Der Diver wird für die Kalibrierung vollständig in ein Wasserbad getaucht. Die Temperatur des Wasserbades wird auf 15 °C und 35 °C stabilisiert. Der Diver wird bei 15 °C und 35 °C kalibriert. Bei diesen Kalibrierungstemperaturen werden Druckabweichungen erzeugt. Die Druckabweichungen bestehen aus einer Reihe ansteigender und abfallender Druckablesungen bei 10 %, 30 %, 50 %, 70 % und 90 % des Gesamtbereichs.

Herstellerzertifikat

Wenn der Diver alle Spezifikationen erfüllt, wird er freigegeben. Ein Herstellerzertifikat kann auf Anfrage bei Auslieferung mitgeliefert werden.

Spezifikationen

Neben dem Baro-Diver (DI500) zur Messung des Atmosphärendrucks und der Temperatur, stehen 12 verschiedene Diver zur Messung von Druck und Temperatur und 3 unterschiedliche CTD-Diver zur Messung von Druck, Temperatur und Leitfähigkeit zur Auswahl. Die Messbereiche der mit Divern messbaren Wassersäulen sind nachstehend zusammengefasst:

Mini-Diver:

- Bis zu 10 Metern (DI501)
- Bis zu 20 Metern (DI502)
- Bis zu 50 Metern (DI505)
- Bis zu 100 Metern (DI510)

Micro-Diver:

- Bis zu 10 Metern (DI601)
- Bis zu 20 Metern (DI602)
- Bis zu 50 Metern (DI605)
- Bis zu 100 Metern (DI610)

Cera-Diver:

- Bis zu 10 Metern (DI701)
- Bis zu 20 Metern (DI702)
- Bis zu 50 Metern (DI705)
- Bis zu 100 Metern (DI710)

CTD-Diver:

- Bis zu 10 Metern (DI271)
- Bis zu 50 Metern (DI272)
- Bis zu 100 Metern (DI273)

Baro-Diver:

- Barometrische Abweichungen (DI500)

Baro-Diver, Mini-Diver, Micro-Diver und Cera-Diver

Diese Diver-Modelle entsprechen folgenden allgemeinen Spezifikationen:

Durchmesser	Ø 22 mm	Ø 18 mm	Ø 22 mm
Länge	90 mm einschl. Aufhängeöse		
Gewicht	ca. 70 Gramm	ca. 50 Gramm	ca. 55 Gramm
Schutzklasse	IP68, 10 Jahre durchgehend in eine Tiefe von 100 m getaucht		
Lager-/ Transporttemperatur	-20 °C bis 80 °C (Auswirkung auf Lebensdauer der Batterie)		
Betriebstemperatur	0 °C bis 50 °C		
Material			
– *Gehäuse*	316 L rostfreier Edelstahl (Wirkstoff Nr. 1.4404)	316 L rostfreier Edelstahl (Wirkstoff Nr. 1.4404)	Zirkoniumdioxid (ZrO_2)
– *Drucksensor*	Aluminiumoxid (Al_2O_3)		
– *Aufhängeöse/Nasenkonus*	Nylon PA6 fiberglasverstärkt 30%		
– *O-ringe*	Viton®		
Kommunikation	Optisch getrennt		
Speicherkapazität	24.000 Messungen	48.000 Messungen	48.000 Messungen
Speicher	Nichtflüchtiger Speicher Eine Messung besteht aus Datum/Uhrzeit/Höhe/Temperatur		
Messintervall	0,5 Sek bis 99 Stunden		
Messoptionen			
– *Festes Intervall*	Ja	Ja	Ja
– *Ereignisbasiert*	Nein	Ja	Ja
– *Pumpversuch (vom Anwender zu konfigurieren)*	Nein	Ja	Ja
– *Ressourcen*	Nein	Ja	Ja
*Lebensdauer der Batterie**	10 Jahre, abhängig vom Gebrauch		
– *Theoretische Kapazität*	5 Millionen Messungen 2000 x Speicher auslesen 2000 x Programmieren		

Genauigkeit der Uhr	Besser als ± 1 Minute pro Jahr bei 25°C Besser als ± 5 Minuten pro Jahr innerhalb des kalibrierten Temperaturbereichs		
CE-Kennzeichnung	EMC gemäß EWG-Richtlinie 89/336 EN 61000-4.2 Basisstandard		
- *Emissionen*	EN 55022 (1998) + A1 (2000) + A2 (2003), Klasse B		
- *Sicherheit*	EN 55024 (1998) + A1 (2000) + A2 (2003)		
- *Zertifikat Nummer*	06C00301CRT01	06C00300CRT01	06C00299CRT01

CTD-Diver

Durchmesser	Ø 22 mm
Länge	135 mm einschl. Aufhängeöse
Gewicht	ca. 100 Gramm
Material Gehäuse	Zirkoniumdioxid (ZrO_2)
Schutzklasse	IP68, 10 Jahre durchgehend in eine Tiefe von 100 m getaucht
Speicherkapazität	48.000 Messungen
Messintervall	1 Sek bis 99 Stunden
Messoptionen	
– *Festes Intervall*	Ja
– *Ereignisbasiert*	Ja
– *Pumpversuch (vom Anwender zu konfigurieren)*	Ja
– *Ressourcen*	Ja
Leitfähigkeit	
– *Messbereich*	*10 µS/cm – 120 mS/cm*
– *Genauigkeit*	1 % Messung mit mindestens 10 µS/cm
Lebensdauer der Batterie	
– *Theoretische Kapazität*	2 Millionen Messungen 500 x Speicher auslesen 500 x Programmieren

CE-Kennzeichnung	EMC gemäß EWG-Richtlinie 89/336 EN 61000-4.2 Basisstandard
- *Emissionen*	EN 55022 (1998) + A1 (2000) + A2 (2003), Klasse B
- *Sicherheit*	EN 55024 (1998) + A1 (2000) + A2 (2003)

Alle anderen Parameter sind mit denen des Cera-Diver identisch.

* **Der Diver ist immer aktiv.** Der Verluststrom der integrierten Batterie ist temperaturabhängig. Wenn der Diver über einen längeren Zeitraum bei hohen Temperaturen eingesetzt, gelagert oder transportiert wird, wird sich dies negativ auf die Lebensdauer der Batterie auswirken. Bei niedrigeren Temperaturen ist die Kapazität der Batterie vorübergehend reduziert. Das ist bei Batterien normal.

** Die Genauigkeit der Uhr ist stark temperaturabhängig. Die Uhren aller Modelle werden aktiv temperaturkompensiert.

Allgemein

Transport	In der mitgelieferten Verpackung für den Transport in Fahrzeugen, auf Schiffen und in Flugzeugen geeignet.
Vibrationswiderstand	Gemäß MIL-STD-810.
Mechanische Stoßprüfung	gemäß MIL-STD-810 für leichte Geräte.

Temperatur

Die folgenden Spezifikationen gelten für Mini, Micro, Cera, CTD-Diver und Baro-Diver für Temperaturmessungen:

Messbereich	-20 °C bis 80 °C
Betriebstemperatur (OT)	0 °C bis 50 °C
Genauigkeit	± 0.2 °C
Auflösung	0.01 °C
Antwortzeit (90 % des Endwerts)	3 Minuten (im Wasser)

Druck

Die Spezifikationen für Atmosphären- und Wasserdruckmessungen unterscheiden sich je nach Diver-Modell. Nachstehende Spezifikationen gelten für den Temperaturbereich 0° C bis 50° C.

Mini-Diver

	DI501	DI502
Bereich	10 mH_2O	20 mH_2O
Genauigkeit	± 0,25 % FS	± 0,25 % FS
Standard	± 0,05 % FS	± 0,05 % FS
Langfristige Stabilität	± 0,2 % FS	± 0,2 % FS
Auflösung	0,2 cmH_2O	0,4 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O	30 mH_2O

	DI505	DI510
Bereich	50 mH_2O	100 mH_2O
Genauigkeit	± 0,25 % FS	± 0,25 % FS
Standard	± 0,05 % FS	± 0,05 % FS
Langfristige Stabilität	± 0,2 % FS	± 0,2 % FS
Auflösung	1 cmH_2O	2 cmH_2O
Maximaldruck	75 mH_2O	150 mH_2O

Micro-Diver

	DI601	DI602
Bereich	10 mH_2O	20 mH_2O
Genauigkeit	± 0,3 % FS	± 0,3 % FS
Standard	± 0,1 % FS	± 0,1 % FS
Langfristige Stabilität	± 0,2 % FS	± 0,2 % FS
Auflösung	0,2 cmH_2O	0,4 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O	30 mH_2O

	DI605	DI610
Bereich	50 mH_2O	100 mH_2O
Genauigkeit	± 0,3 % FS	± 0,3 % FS
Standard	± 0,1 % FS	± 0,1 % FS
Langfristige Stabilität	± 0,2 % FS	± 0,2 % FS
Auflösung	1 cmH_2O	2 cmH_2O
Maximaldruck	75 mH_2O	150 mH_2O

Cera-Diver

	DI701	DI702
Bereich	10 mH_2O	20 mH_2O
Genauigkeit	± 0,2 % FS	± 0,2 % FS
Standard	± 0,05 % FS	± 0,05 % FS
Langfristige Stabilität	± 0,1 % FS	± 0,1 % FS
Auflösung	0,2 cmH_2O	0,4 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O	30 mH_2O

	DI705	DI710
Bereich	50 mH_2O	100 mH_2O
Genauigkeit	± 0,2 % FS	± 0,2 % FS
Standard	± 0,05 % FS	± 0,05 % FS
Langfristige Stabilität	± 0,1 % FS	± 0,1 % FS
Auflösung	1 cmH_2O	2 cmH_2O
Maximaldruck	75 mH_2O	150 mH_2O

CTD-Diver

	DI271	DI272
Bereich	10 mH_2O	50 mH_2O
Genauigkeit	± 0,2 % FS	± 0,2 % FS
Standard	± 0,05 % FS	± 0,05 % FS
Langfristige Stabilität	± 0,2 % FS	± 0,2 % FS
Auflösung	0,2 cmH_2O	1 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O	75 mH_2O

	DI273
Bereich	100 mH_2O
Genauigkeit	± 0,2 % FS
Standard	± 0,05 % FS
Langfristige Stabilität	± 0,2 % FS
Auflösung	2 cmH_2O
Maximaldruck	150 mH_2O

Baro-Diver

	DI500
Bereich	150 cmH_2O
Genauigkeit	± 2 cmH_2O
Standard	± 0,5 cmH_2O
Langfristige Stabilität	± 2 cmH_2O
Auflösung	0,1 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O
Temperatur	-10 °C bis +50 °C

Genauigkeit der Druckmessungen

Alle oben genannten Genauigkeitsbereiche entsprechen den gemäß Herstellungsverfahren erlaubten Höchstabweichungen.

Maximale Druckabweichungen

100 % aller Diver arbeiten innerhalb der oben genannten Werte.

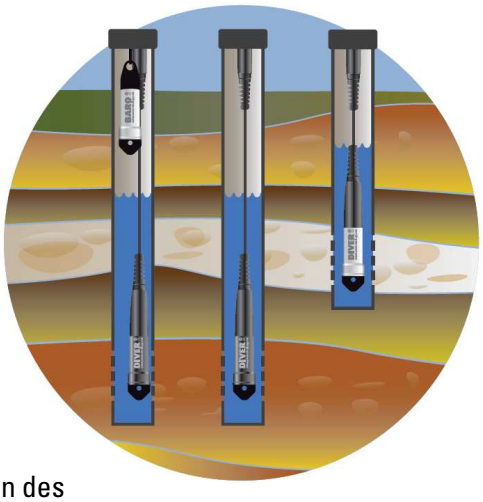
Nenndruckabweichungen

Mehr als 80 % aller hergestellten Diver arbeiten innerhalb von 0,1 % FS des Druckbereichs (Höhe/Druck).

Installation und Wartung des Divers

Einleitung

In der Praxis wird der Diver üblicherweise in eine Grundwassermessstelle getaucht.



Die Abbildung rechts stellt eine Reihe von Divern und einen Baro-Diver zur Kompensation des barometrischen Drucks dar.

Zusätzlich zu den normalen Divern wird ein Baro-Diver, der als Barometer arbeitet und den Atmosphärendruck aufzeichnet, an jeder Messstelle installiert. Die Daten des Atmosphärendrucks müssen zur Kompensation der Abweichungen des Atmosphärendrucks der von den Divern aufgezeichneten Druckmessungen verwendet werden. Zu diesem Zweck empfehlen wir einen Baro-Diver, der für die Messung des Atmosphärendrucks konzipiert wurde. Grundsätzlich ist ein Baro-Diver für ein Gebiet mit einem Radius von 15 km ausreichend (abhängig von den Geländebedingungen). Lesen Sie dazu auch Anhang I *‚Einsatz von Divern bei Geländeerhebungen'*

Nachfolgend wird die Installation der Diver und des Baro-Divers beschrieben.

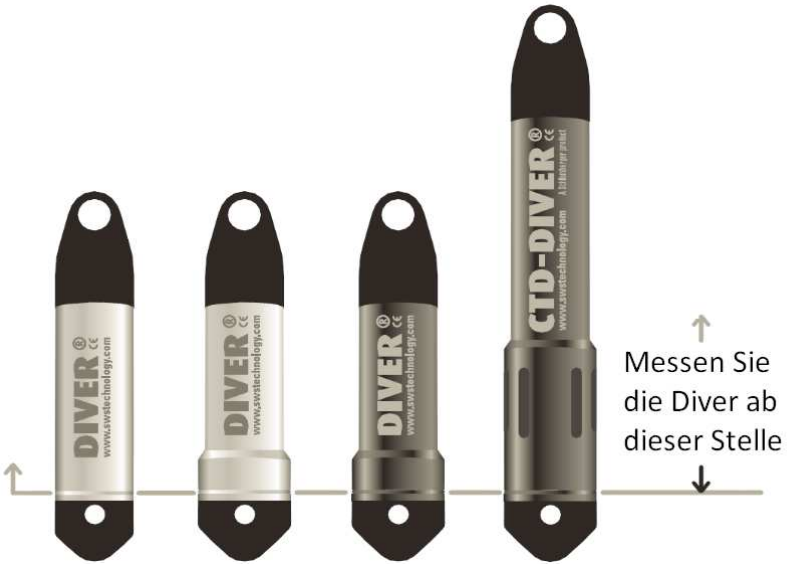
Installation in einer Grundwassermessstelle

Im Normalfall werden die Diver in einer Grundwassermessstelle unterhalb des Wasserspiegels installiert. Die Tiefe, in die der Diver getaucht werden kann, hängt vom Messbereich des Geräts ab. Weitere Informationen zum Bereich des Divers erhalten Sie im Abschnitt *‚Technische Daten'*

Zunächst bestimmen Sie die Länge des nicht dehnbaren Tragkabels (Stahlseil aus rostfreiem Edelstahl, Artikelnummer MO5000) basierend auf dem niedrigsten Grundwasserstand. Beim Kürzen des Stahlseils auf Maß berücksichtigen Sie die benötigte Länge zur Befestigung am Diver und die Länge der Aufhängeöse an der Oberseite.

Verwenden Sie die Drahtseilklemmen zur Befestigung des Kabels an der Endabdeckung der Grundwassermessstelle bzw. an der Aufhängeöse des Divers.

Zur Bestimmung des Abstands des Drucksensors in der Grundwassermessstelle benötigen Sie die exakte Kabellänge, zu der der Abstand des Standorts des Drucksensors im Diver addiert werden muss, um die Gesamtarbeitslänge zu erhalten. Dies wird im folgenden Diagramm dargestellt.



Es ist auch möglich, den Diver mit einem Diver Data Cable (DDC) zu installieren. Dieses Kabel ermöglicht Ihnen, den Diver an der Oberseite der Grundwassermessstelle auszulesen.

Diver am Stahlseil abgetaucht *Diver am DDC abgetaucht*

Hinweis: Es ist möglich, dass sich der Grundwasserspiegel bei der Installation des Divers vorübergehend hebt. Das Gegenteil ist der Fall, wenn der Diver entfernt wird. Der Grundwasserspiegel kann sich dann vorübergehend senken.

Wenn die Kabellänge nicht genau bekannt ist, kann sie beispielsweise mit Diver-Office und einer manuellen Messung (Messung mit Bandmess ab Oberkante Rohrtour) berechnet werden (Manuelle Messung + Diver-Messung - Baro-Diver Ablesung = Kabellänge)

Folgendes muss bei der Installation eines CTD-Divers berücksichtigt werden:

- Er sollte nicht in sehr engen Röhren installiert werden.
- Die Anzeige der C-Werte ist am genauesten (zuverlässigsten), wenn der Durchfluss des zu messenden Wassers unbehindert ist.
- CTD-Diver sollten vorzugsweise auf Filterrohrhöhe getaucht werden.
- Im Gegensatz zu ‚normalen' Divern wirkt sich die Position in der Grundwassermessstelle in Bezug auf das Filterrohr auf die Messung aus. Auch hier gilt folgende Maxime: Je höher der Durchfluss, desto zuverlässiger ist die Messung.
- Die Grundwassermessstelle ist aus metallfreiem Material.
- Von den Wänden der Grundwassermessstelle freigesetzte Ionen können/werden die Messung beeinflussen.
- Geklebte Grundwassermessstellen: Es ist bekannt, dass bestimmte Klebstoffe die Messungen beeinflussen.

Installation in Oberflächengewässern

Wenn ein Diver in einem Oberflächengewässer eingesetzt werden soll, muss für ausreichende Zirkulation um die Sensoren des Divers gesorgt werden. Der Wasserdurchfluss verhindert ein Verschlammen der Rohre und stellt sicher, dass der Diver wirklich das Umgebungswasser und nicht das in der Grundwassermessstelle stehende Wasser misst. Wir empfehlen, eine Grundwassermessstelle von mindestens 2" zu verwenden, die Öffnungen sollten so gut wie möglich algen- und pflanzenfrei gehalten werden.

Wenn ein Stahlrohr, in dem eine 1" Grundwassermessstelle installiert ist, verwendet wird (s. Abbildungen), sollte der Endpunkt des Divers etwas über das Rohr hinausragen, damit die Sensoren des Divers auch an dieser Stelle mit Wasser in Kontakt kommen.

Installieren Sie den Haltepfosten der Grundwassermessstelle so, dass dem Diver die maximale Wassertiefe und der maximale Wasserdurchfluss, zum Beispiel in der Bachmitte, zur Verfügung steht. Zur Vorbeugung gegen Vandalismus kann ein Stahlrohr mit einer verschließbaren Stahlkappe verwendet werden.

Positionieren Sie die Diver so tief, dass sie unterhalb einer möglichen Eisdecke bleiben.

Diese Abbildungen zeigen einen Diver, dessen Sensor an der Unterseite über die Grundwassermessstelle hinausragt. In das Stahlrohr wurde eine dünnere Grundwassermessstelle, in der der Diver installiert werden kann, eingebracht.

Die Verwendung von Divern bei Geländeerhebungen

Diver können für alle Erhebungen zwischen 300 Meter unter dem Meeresspiegel und bis zu 5.000 Metern über dem Meeresspiegel eingesetzt werden. Anhang I enthält weitere Informationen zur Verwendung von Divern bei Geländeerhebungen.

Baro-Diver

Der Baro-Diver muss so installiert werden, dass er unter allen Umständen ausschließlich den Atmosphärendruck misst. Vorzugsweise sollte er an einem Ort ohne schnelle Temperaturschwankungen installiert werden.

Einsatz in Meerwasser

Verwenden Sie weder den Mini-Diver noch den Micro-Diver in Meerwasser.

Der Mini- und der Micro-Diver bestehen aus rostfreiem Edelstahl 316L. Dieses Material ist für semi-saline Gewässer und/oder Meerwasser aufgrund von Korrosion/-Spaltkorrosion nicht geeignet. Korrosion wird nicht nur vom Salzgehalt verursacht, sondern auch von der Temperatur und den übrigen Bestandteilen des Wassers.

Wir empfehlen den Cera-Diver und/oder den CTD-Diver zum Einsatz in semi-salinen Gewässern und/oder Meerwasser. Diese Diver bestehen aus Keramikmaterial und sind in semi-salinen Gewässern und Meerwasser korrosionsbeständig.

Diver Wartung

Der Diver ist grundsätzlich wartungsfrei. Die Rohrtour kann gegebenenfalls mit einem weichen Tuch gereinigt werden. Kalzium und andere Ablagerungen können mit weißem Essig entfernt werden. Die Durchflussöffnung kann mit Wasser und/oder weißem Essig gespült werden.

Hinweis: Verwenden Sie verdünnte Säurelösungen nur, wenn der Diver stark verschmutzt ist und andere Reinigungsmittel keine Wirkung zeigen.

Verwenden Sie keine harten Bürsten, Schleifmittel oder scharfe Gegenstände zur Reinigung des Divers und spülen Sie ihn nach der Reinigung mit klarem Wasser, insbesondere in der Nähe der Durchflussöffnungen. Verwenden Sie keine starken Flüssigkeitsstrahlen. Dadurch kann der Drucksensor beschädigt werden.

CTD-Diver

Leitfähigkeitsmessung

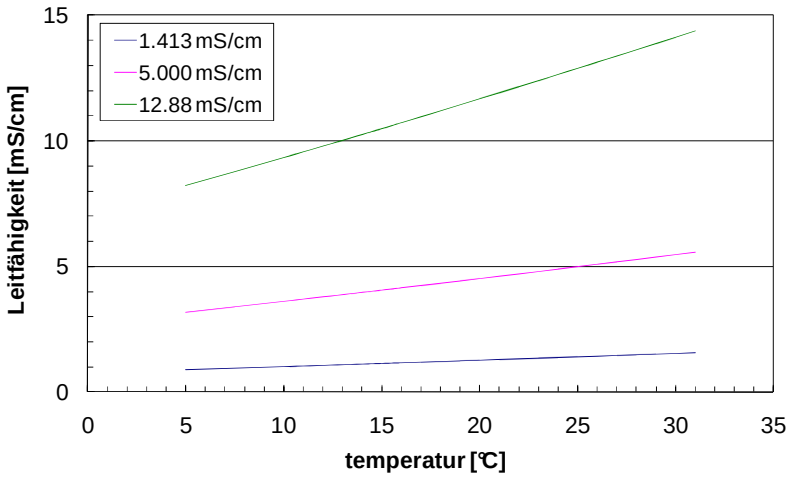
Zusätzlich zu Wasserständen und der Temperatur, misst der CTD-Diver die elektrische Leitfähigkeit des Wassers in milliSiemens pro Zentimeter (mS/cm). Eine Änderung der Leitfähigkeit kann auf Strömungsänderungen oder z.B. verstärkte/verminderte Verschmutzung oder Versalzung hinweisen.

Der CTD-Diver misst die Leitfähigkeit der Flüssigkeit. Basierend auf der gemessenen Leitfähigkeit und Temperatur kann der CTD-Diver die *spezifische* Konduktanz bei 25° C berechnen. Das Gerät kann entweder die Leitfähigkeit oder die spezifische Konduktanz aufzeichnen. *Diese Einstellung muss vor Inbetriebnahme des Divers ausgeführt werden. Der Wert der ausgewählten Einstellung wird gespeichert (geloggt).*

Die Leitfähigkeit wird mit einer mit 4 Elektroden versehenen Messzelle gemessen. Diese Art Messzelle ist relativ unsensibel gegenüber verschmutzten Sensoren, damit wird die Wartung auf ein Minimum beschränkt. *Die Messzelle in Kombination mit der ausgewählten Messoption ergibt ein elektrolysefreies Messsystem.*

Beispiel

Die Leitfähigkeit einer Flüssigkeit hängt von der Art der Ionen in der Flüssigkeit und zu einem gewissen Grad auch von der Temperatur der Flüssigkeit ab. Diese Abhängigkeit ist zum Beispiel auf der Verpackung der Kalibrierungsflüssigkeiten vermerkt. Das folgende Diagramm zeigt die Leitfähigkeit als Funktion der Temperatur für drei verschiedene Kalibrierungsflüssigkeiten. Der genannte Wert der Kalibrierungsflüssigkeit ist die Leitfähigkeit der Flüssigkeit bei 25° C.



Als Erfahrungswert kann angenommen werden, dass die Leitfähigkeit um 2 % pro 1° C Temperaturschwankung variiert. Das heißt, dass eine Kalibrierungsflüssigkeit mit einem Nennwert von 5 mS/cm (bei 25° C) nur noch eine Leitfähigkeit von etwa 4 mS/cm bei 15° C aufweist.

Die nachfolgende Tabelle enthält Beispiele für eine Reihe typischer Leitfähigkeitswerte für verschiedene Wasserarten.

Art	Leitfähigkeit [mS/cm]
Leitungswasser	0,2 – 0,7
Grundwasser	2 - 20
Meerwasser	50 - 80

Kalibrierung des CTD-Divers

Der CTD-Diver wird werksseitig kalibriert. Das Kalibrierungsverfahren besteht aus drei Schritten:

1. Die Aufzeichnung aller Produkteigenschaften bei verschiedenen Drücken und Temperaturen. Aus den gesammelten Daten wird ein Datensatz erstellt. Diese Parameterreihe wird in den CTD-Diver einprogrammiert (Die Sammlung produktspezifischer Eigenschaften bei verschiedenen Drücken und Temperaturen. Dies ist mit der Kalibrierung der übrigen Diver identisch).
2. Auf der Basis dieser Parameterreihe kann der CTD-Diver Messungen innerhalb der spezifizierten Toleranz vornehmen. Alle Diver werden getestet, um sicher zu stellen, dass sie diesen Anforderungen (der Kalibrierung) entsprechen.
3. Die Überprüfung des C-Kanals für 6 Werte: ± 150, ± 1.000, ± 3.000, ± 12.500, ± 38.000 and ± 89.500 µS/cm (die Kalibrierung). Die integrierte Temperaturkorrektur wird während der Kalibrierung des CTD-Divers genutzt.

Die werksseitige Kalibrierung des Divers wird nicht entfernt, gleich, wie viele Feldkalibrierungen durchgeführt werden.

Solange der C-Sensor nicht beschädigt oder z.B. mit Algen oder Ablagerungen bedeckt ist, bleibt die Kalibrierung gültig, eine Feldkalibrierung ist nicht notwendig.

Im Zweifelsfall wird empfohlen, zunächst eine Messung mit einer bekannten Flüssigkeit (Kalibrierungsflüssigkeit, nachdem der Sensor in vollentsalztem Wasser gespült wurde, andernfalls wird die Referenzflüssigkeit kontaminiert) durchzuführen. Diese Testmessung gibt Einblick in den letzten Betrieb des CTD-Divers. Die Messreihe kann, falls erforderlich, auf der Basis der Abweichung zwischen dem Referenzwert

und dem vom CTD-Diver beim Eintauchen in die Referenzflüssigkeit angezeigten Wert, angepasst werden.

Wenn die Abweichung zu hoch ist (höher als die angegebene Genauigkeit), wird empfohlen, den CTD-Diver zunächst zu reinigen (zu spülen, ggf. mit weißem Essig oder einer verdünnten Säurelösung).

Abschließend kann eine zweite Referenzmessung durchgeführt werden (nach gründlicher Spülung in vollentsalztem Wasser, andernfalls wird die Referenzflüssigkeit kontaminiert).

Nur, wenn die Abweichung immer noch außerhalb der CTD-Diver-Spezifikation liegt, sollte eine Feldkalibrierung in Erwägung gezogen werden.

Feldkalibrierung

Die oben angeführte Spezifikation zur Genauigkeit der Leitfähigkeitszelle über den gesamten Messbereich von 0 - 120 mS/cm kann nur erreicht werden, wenn der CTD-Diver während einer Feldkalibrierung an allen vier Kalibrierungspunkten (1,413; 5; 12,88 und 80 mS/cm) kalibriert wird.

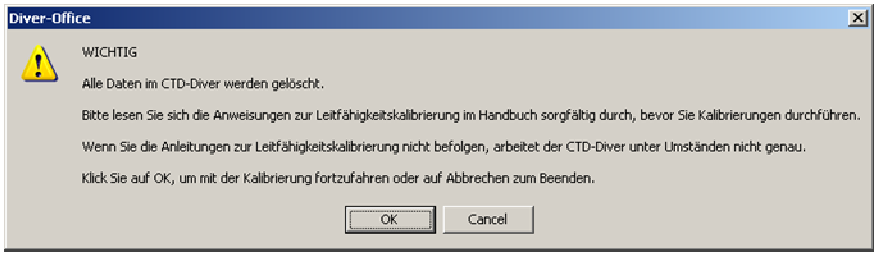
Wenn Sie den CTD-Diver in einem bestimmten Messbereich nutzen wollen, können Sie die Kalibrierung an nur 1 oder 2 Punkten vornehmen. Das bedeutet, dass der CTD-Diver in diesem bestimmten Messbereich den Spezifikationen entspricht. Der CTD-Diver kann etwas von den Spezifikationen außerhalb des kalibrierten Messbereichs abweichen.

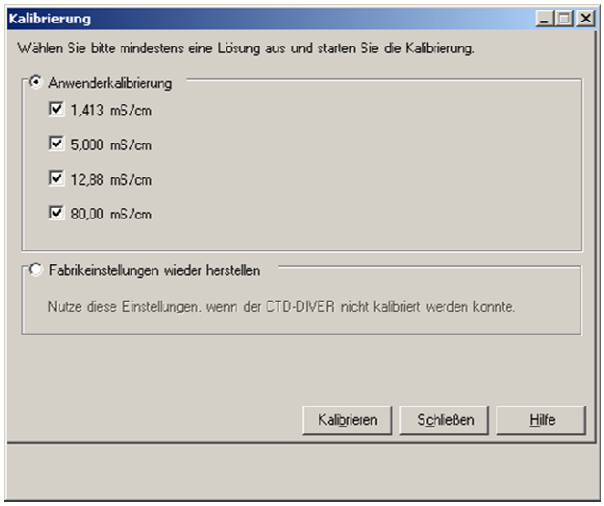
Beispiel: Wenn der CTD-Diver in einem Messbereich von 2 - 3 mS/cm genutzt werden soll, führen Sie die Kalibrierung bei 1,413 und/oder 5 mS/cm durch. Der CTD-Diver befindet sich für den Messbereich 1,413 bis 5 mS/cm innerhalb der Spezifikation.

Wenn später eine Feldkalibrierung an allen 4 Kalibrierungspunkten durchgeführt wird, entspricht der CTD-Diver wieder den Spezifikationen für den gesamten Messbereich.

Das Verfahren zur Kalibrierung des CTD-Diver ist im Diver-Office-Benutzerhandbuch beschrieben.

Wir empfehlen weiterhin, wenn der CTD-Diver über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurde, dem CTD-Diver vor einer Kalibrierung Zeit zur Akklimatisierung zu geben. Das kann durch eintägiges Eintauchen des CTD-Diver in normales Leitungswasser und Einstellung des Messintervalls auf 1 Minute geschehen.


Diver-Office
WICHTIG
Alle Daten im CTD-Diver werden gelöscht.
Bitte lesen Sie sich die Anweisungen zur Leitfähigkeitskalibrierung im Handbuch sorgfältig durch, bevor Sie Kalibrierungen durchführen.
Wenn Sie die Anleitungen zur Leitfähigkeitskalibrierung nicht befolgen, arbeitet der CTD-Diver unter Umständen nicht genau.
Klick Sie auf OK, um mit der Kalibrierung fortzufahren oder auf Abbrechen zum Beenden.
OK
Cancel



Wichtig:

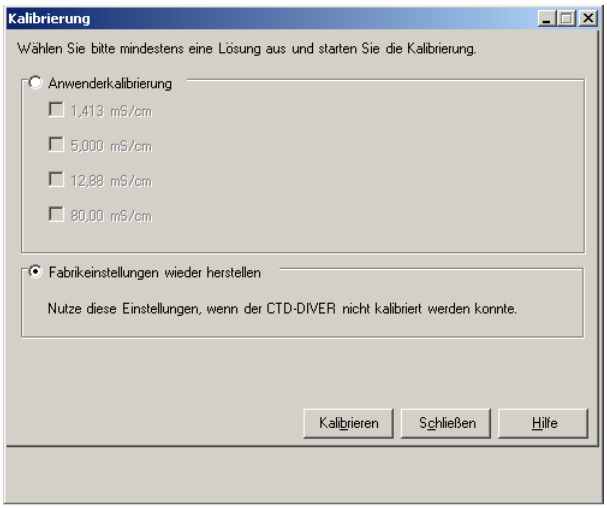
Der CTD-Diver muss vor jeder Referenzmessung und/oder Kalibrierung mit vollentsalztem Wasser gespült werden. Nach dem Spülen darf er nicht mit bloßen Händen berührt werden, da die Spülflüssigkeit leicht durch die an den Händen anhaftenden Verunreinigungen und/oder Salzrückständen verschmutzt werden kann. Dadurch wird die Referenzmessung/Kalibrierung ungültig, da die Referenz verzerrt wurde. Dieser Effekt ist am deutlichsten bei niedrigsten Werten.

Eine irrtümliche oder fehlerhafte Kalibrierung kann die Genauigkeit des CTD-Diver ebenfalls **negativ** beeinflussen.

Sauberkeit während der Kalibrierung ist sehr wichtig. Alle am CTD-Diver haftenden Salzrückstände haben negativen Einfluss auf die Genauigkeit der Kalibrierungsflüssigkeit. **Deshalb darf diese Flüssigkeit niemals zweimal verwendet werden.**

Temperaturunterschiede können ebenfalls zu Fehlern führen (verlängerte Akklimatisierung ist ein Muss).

Wir empfehlen in diesen Fällen, die werksseitige Kalibrierung wieder herzustellen.


Kalibrierung
Wählen Sie bitte mindestens eine Lösung aus und starten Sie die Kalibrierung.
Anwenderkalibrierung
1,413 mS/cm
5,000 mS/cm
12,88 mS/cm
80,00 mS/cm
Fabrikeinstellungen wieder herstellen
Nutze diese Einstellungen, wenn der CTD-DIVER nicht kalibriert werden konnte.
Kalibrieren
Schließen
Hilfe

FAQ

Dieser Abschnitt enthält eine Übersicht der von unseren Kunden häufig gestellten Fragen und unsere Antworten darauf. Wenn Sie die Antwort auf Ihre Frage nicht in diesen FAQ finden, setzen Sie sich bitte mit Schlumberger Water Services in Verbindung.

F: *Wie installiere ich meinen Diver?*
A: Die meisten Diver werden unter Wasser in einer Grundwassermessstelle installiert. Die Tiefe, in die Sie das Gerät hinablassen können, hängt vom Messbereich des Geräts ab. Bestimmen Sie vor der Installation den niedrigsten Wasserstand an der Oberkante der Rohrtour (oder einem anderen Referenzpunkt). Wenn der Diver mindestens auf diese Tiefe abgesenkt wird, wird sichergestellt, dass der Diver immer den Wasserspiegel misst.
B: Der Diver kann an einem Diver Data Cable (DDC) oder einem nicht dehnbaren Stahlseil an einer Aufhängeöse abgesenkt werden. Befestigen Sie den Diver mit zwei Kabelklemmen an der Abdeckung der Grundwassermessstelle und an der Aufhängeöse.

F: *Wie verbinde ich den Diver mit meinem Computer?*
A: Die Verbindung des Divers mit dem Computer hängt von der Art der Installation in der Grundwassermessstelle ab.

- Ein Diver, der an einem Stahlseil in der Grundwassermessstelle hängt, muss vor dem Auslesen aus der Grundwassermessstelle entfernt werden. Der Diver kann mit einem PC, Pocket-PC oder eine Ausleseeinheit ausgelesen werden:

  1. Verbinden Sie die Ausleseeinheit über den USB-Anschluss mit Ihrem Pocket-PC oder Computer (PC) Die notwendigen Treiber werden mitgeliefert. Sie werden bei Verwendung unserer Software (Diver-Office oder Diver-Pocket) automatisch installiert. Die Software wird auf CD-ROM geliefert oder kann von unserer Webseite www.swstechnology.com heruntergeladen werden.

  2. Schrauben Sie die Aufhängeöse des Divers ab.
  3. Setzen Sie den Diver mit der Oberseite nach unten in die Ausleseeinheit (s. oben) ein.

- Ein an einem Diver Data Cable (DDC) abgesenkter Diver kann in der Messstelle verbleiben. Dieser Diver kann mit einem PC oder Pocket-PC über das DDC-Interface-Kabel ausgelesen werden:
  1. Verbinden Sie das DDC-Interface-Kabel mit einem PC oder Pocket-PC.
  2. Schrauben Sie die Schutzkappe vom Ende des DDC ab.
  3. Verbinden Sie den Stecker am Interface-Kabel mit dem Ende des DDC.
  4. Lesen Sie die Messungen des Divers aus. Verwenden Sie dazu eines unserer Programme.
  5. Schrauben Sie das DDC-Interface-Kabel ab.
  6. Setzen Sie die Schutzkappe wieder auf das DDC.

F: *Was ist ein Pocket-PC und was ist Diver-Pocket?*

A: Ein Pocket-PC, auch PDA oder Handheld-PC ist ein Taschencomputer, der zum Herunterlader der Daten aus den Divern im Feld genutzt werden kann. Diver-Pocket ist das Softwarepaket, das zum Einsatz auf dieser Plattform entwickelt wurde. Das ActiveSync-Programm, das mit dem Pocket-PC geliefert wird, wird zur Installation von Diver-Pocket auf dem Taschencomputer verwendet. Der Anwender kann zwischen der Installation einer vereinfachten Version (nur zum **Auslesen** der Diver geeignet) und einer erweiterten Version (mit der alle Diver-Interaktionen durchgeführt werden können) wählen. Für die Diver-Pocket-Manager-Version ist eine Lizenznummer erforderlich.

F: *Ist ein Diver auf den Einsatz auf Höhe des Meeresspiegels begrenzt?*

A: Nein, Diver können in einer Tiefe von bis zu 300 m unter dem Meeresspiegel und einer Höhe von bis 5.000 m über dem Meeresspiegel eingesetzt werden.

F: *Sind immer zwei Diver für die Messung in einer Grundwassermessstelle erforderlich?*

A: Nein, aber es muss mindestens ein Baro-Diver zur Überwachung des barometrischen Drucks in jedem Netzwerk vorhanden sein. Für ein 20 Grundwassermessstellen umfassendes Netzwerk müssen beispielsweise 20 Diver und ein Baro-Diver installiert werden. Bei größeren Netzwerken empfehlen wir, einen zusätzlichen Baro-Diver als Backup zu installieren. Dies hängt jedoch von den geografischen Gegebenheiten ab.

F: *In welchem Radius um die Diver sollte der Baro-Diver installiert werden, um eine korrekte Kompensation des Atmosphärendrucks zu erhalten?*

A: In offenem Gelände mit etwa gleicher Höhe (über NN) gilt als Erfahrungswert 1 Baro-Diver in einem maximalen Radius von 15 km.

F: *Welche Formel muss für die Umwandlung der Messergebnisse des Divers/Baro-Divers von cmH_2O (z.B. 1.020,74 cmH_2O auf Atmosphärendruck (mbar) angewendet werden?*

A: Die Diver/Baro-Diver messen in cm Wassersäule (cmH_2O). Um die gemessenen cm Wassersäule in Atmosphärendruck umzuwandeln, muss mit 0,980665 multipliziert werden. In diesem Beispiel: 1.020,74 × 0,980665 = 1.001 mbar.

F: *Wie hoch ist die Lebensdauer der Batterie des Divers?*

A: Die Lebensdauer hängt von der Häufigkeit der Messungen, Auslesungen und Programmierzyklen und dem Diver-Modell ab.

- Die Batterie des Mini, Micro, Cera und Baro-Divers haben ausreichend Kapazität für:
  - 5 Millionen Messungen;
  - 2.000 Auslesezyklen;
  - 2.000 Programmierzyklen.
- Die Batterie des CTD-Divers hat ausreichend Kapazität für:
  - 2 Millionen Messungen;
  - 500 Auslesezyklen;
  - 500 Programmierzyklen.

Basierend auf unseren Fielderfahrungen, kann eine Lebensdauer von 10 Jahren bei „typischem" Gebrauch angenommen werden. Typischer Gebrauch bedeutet unter anderem, dass die Diver keinen extremen Temperaturen über einen längeren Zeitraum ausgesetzt sind, dass das Messintervall nicht auf 1 Sekunde gesetzt wurde und dass nicht stündlich ein Download über Modem angefordert wird usw.

Beispiel:

- 1 Messung pro Stunde über einen Zeitraum von 10 Jahren ergibt 87.600 Messungen.
- 1 Messung alle 15 Minuten über einen Zeitraum von 10 Jahren ergibt 350.400 Messungen.

F: *Können die Diver in Meerwasser verwendet werden?*

A: Die Mini- und der Micro-Diver bestehen aus rostfreiem Edelstahl 316L. Dieses Material ist für den Einsatz in Meerwasser nicht geeignet. Die Cera und CTD-Diver sind aus Zirkoniumdioxid, einem keramischen Material, hergestellt. Dieses Material korrodiert nicht in Meerwasser, diese Diver können daher in Meerwasser eingesetzt werden. SWS hat explizit ein Nichtmetall für Diver-Modelle, die in aggressiven Umgebungen (wie Meerwasser) eingesetzt werden solten, ausgewählt. Jedes Metall korrodiert letztendlich in einer zu aggressiven Umgebung oder aufgrund fehlenden Sauerstoffs. Das von SWS verwendete Zirkoniumdioxid (Cera-Diver und CTD-Diver) ist extrem korrosionsbeständig. Die keramischen (Aluminiumoxid) Drucksensoren haben dieselben Eigenschaften. Die Viton O-Ringe wurden aufgrund ihrer vorteilhaften Eigenschaften in dieser Umgebung ausgewählt.

F: *Wie reinige ich einen stark verschmutzten Diver?*

A: Wenn Ihr Diver stark verschmutzt ist, kann er leicht mit destilliertem weißen Essig gereinigt werden.

Zur Reinigung der Diver aus Keramik können Sie auch eine Phosphorsäurelösung verwenden.

Legen Sie den Diver einige Zeit in die Lösung. Spülen Sie den Diver nach der Reinigung immer gründlich mit sauberem Wasser, insbesondere in der Nähe der Durchflussöffnungen. Wenn erforderlich, verwenden Sie ein weiches Tuch zum Entfernen der Ablagerungen. Verwenden Sie keine harten Bürsten, Schleifmittel oder scharfe Gegenstände zur Reinigung Ihres Divers.

F: *Muss der Diver kalibriert werden?*

A: Nein, das ist nicht notwendig. Schlumberger Water Services kalibriert die Diver vor ihrer Auslieferung. Ein Zertifikat über die Werkskalibrierung kann als Teil des Herstellungsverfahrens geliefert werden. Die Diver können nur von Schlumberger Water Services kalibriert werden. Der Anwender kann im Zweifel eine lokale Kontrollmessung durchführen.

B: Der C-Kanal des CTD-Divers kann im Feld kalibriert werden. Einzelheiten dazu finden Sie im Benutzerhandbuch für Software des Pocket-PCs (z.B. Diver-Office).

Allgemeiner Warnhinweis:

Die Kalibrierung der Leitfähigkeit ist schwierig. Die Art der Reinigung des CTD-Diver vor der Kalibrierung, temperaturbezogene Punkte und die Handhabung der Kalibrierungsflüssigkeit sind sehr wichtig. Dies kann zweifellos nicht im Feld durchgeführt werden!

Anhang I - Einsatz von Divern bei Geländeerhebungen

Diver können für alle Erhebungen zwischen 300 Meter unter dem Meeresspiegel und bis zu 5.000 Metern über dem Meeresspiegel eingesetzt werden. Es wird jedoch empfohlen, dass alle Diver und Baro-Diver eines Netzwerks auf derselben Höhe (sofern möglich) eingesetzt werden.

Die Beziehung zwischen den Abweichungen des Atmosphärendruck und der Höhe ist eher exponentiell als linear:

$$P_H = P_0 \cdot e^{-(M \cdot g \cdot H)/(R \cdot T)}$$

wobei

P_H = Atmosphärendruck auf Geländehöhe H

P_0 = Atmosphärendruck auf Referenzhöhe

$M = 28{,}8 \cdot 10^{-3}$ kg/mol (Molekularmasse der Luft)

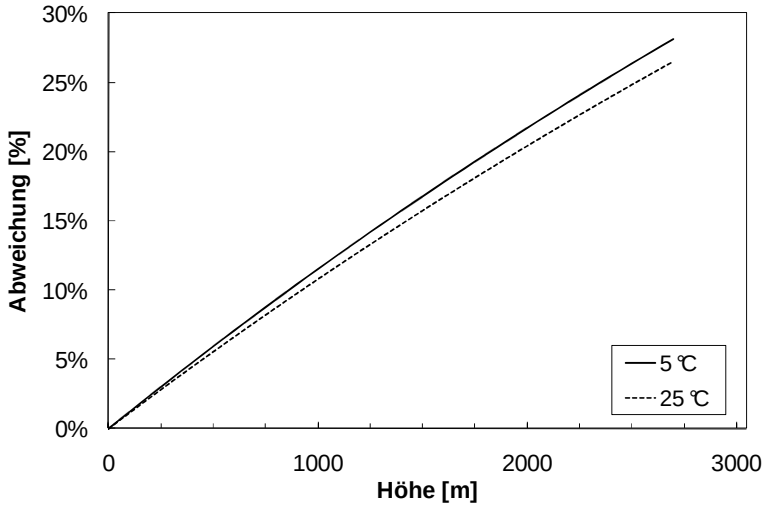
$g = 9{,}81$ m/s^2 (Standardgravitation)

H = Höhe in Metern

R = 8,314 J/mol/K (Gaskonstante)

T = Temperatur in Kelvin

Wenn der Baro-Diver auf einer anderen Höhe in Bezug zu den übrigen Divern in einem Netzwerk installiert wird, kann es aufgrund der oben beschriebenen Beziehung zu einer Abweichung in den barometrisch kompensierten Daten kommen. Nachstehende Grafik zeigt die Abweichung in den barometrischen Daten als Funktion der Abweichung der Höhe bei 5° C und 25° C.



Um die Abweichung des relativen barometrischen Drucks zu P_0 bei 5° C (T=278,15° K) bei einem Höhenunterschied von H zu bestimmen, kann die oben genannte Formel verwendet werden.

$$(P_H - P_0) / P_0 = 1 - e^{-(M \cdot g \cdot H)/(R \cdot T)} \times 100\ \%$$

Nach Ersetzen der Daten ergibt sich eine relative Abweichung von 1,2 % bei einem Höhenunterschied von 100 m. Ein Höhenunterschied von 1.000 m erhöht die Abweichung auf 11,5 %.

Wir empfehlen daher, alle Diver und den Baro-Diver eines Netzwerks so zu platzieren, dass die Höhenunterschiede so gering wie möglich bleiben.

Falls erforderlich, können mehrere Baro-Diver eingesetzt werden, um die oben beschriebenen Probleme auszuschließen.

Index

Atmosphärendruck 2
Auslesungen..... 6
Bereich
  Druck (Diver) 14
  Temperatur (Diver)..... 13
Diver..... 18
Drucksensor 2
Einsatz von Divern bei Geländeerhebungen 33
Erhebungen 33
Herstellung
  Diver..... 9
Höhe..... 22
Höhe der Wassersäule 2
Installation
  Baro-Diver 22
  Diver..... 18
Kalibrierungsverfahren
  Diver..... 9
Kompensation
  Atmosphärendruck 2
  Temperatureinfluss..... 5
Leitfähigkeit..... 23
Logger-Data-Manager 6
Meerwasser..... 22
Messung des Wasserstands..... 2
  und Referenzpunkt..... 2
  und Temperatureinfluss 5
Messungen des Wasserspiegels
  und Atmosphärendruck..... 2
Messwerte auslesen..... 6
Normalnull..... 2
Referenzpunkt..... 2
Reinigung
  Diver 22
Semi-salines Wasser 22
Software 6
Technische Spezifikationen
  Diver 10, 11
Temperatur..... 4
Verwendung von Divern bei Geländeerhebungen..... 22
Wartung
  CTD-Diver 24
  Diver 22
Wasserqualität..... 23
Wasserstand..... 2